

【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信対象となる複数の送信データを周波数軸上に展開した後、時間軸上に展開してマルチキャリア信号を生成する直交周波数分割多重変調方式において、

搬送波毎あるいは搬送波ブロック毎に、各搬送波の電力および変調方式を変えて階層化変調を行なう際、マルチキャリア信号の伝送シンボル毎に、各搬送波に対する電力の大きさおよび変調方式の割り当てを変化させる、
ことを特徴とする階層化変調方式。

【請求項2】 請求項1に記載の階層化変調方式において、
複数の伝送シンボルから構成されるマルチキャリア信号の伝送フレームを定義し、伝送シンボル毎に各搬送波の電力および変調方式の割り当てを変化させる処理を、前記伝送フレームを単位として行ない、各伝送フレームにおける割り当てパターンに関して、伝送フレーム毎に一定のパターンを繰り返す、
ことを特徴とする階層化変調方式。

【請求項3】 請求項2に記載の階層化変調方式において、
各搬送波の電力の大きさをどの値に設定するか、各搬送波の変調方式をどの方式にするかの割り当てパターンとして、ある一定のパターンを定義し、
この一定の割り当てパターンを周波数軸上で巡回シフトさせることにより、各伝送シンボル毎に割り当てパターンを定義する、
ことを特徴とする階層化変調方式。

【請求項4】 請求項2に記載の階層化変調方式において、
各搬送波の電力の大きさをどの値に設定するか、各搬送波の変調方式をどの方式にするかの割り当てパターンとして、各伝送シンボル毎に疑似ランダムな割り当てパターンを定義する、
ことを特徴とする階層化変調方式。

【請求項5】 請求項1、2、3、4のいずれかに記載の階層化変調方式において、
前記マルチキャリア信号として、OFDM信号を使用する、
ことを特徴とする階層化変調方式。

【請求項6】 請求項1、2、3、4、5のいずれかに記載の階層化変調方式を使用して、送信処理または受信処理を行なう、
ことを特徴とする送受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、地上系デジタルテレビジョン放送あるいはデジタル音声放送などに適した変調方式である直交周波数分割多重デジタル変調方式 (Orth

ogonal Frequency Division Multiplexing : OFDM) を使用する階層化変調方式および送受信装置に関する。

【0002】 【発明の概要】 本発明は、直交周波数分割多重デジタル変調方式 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing : OFDM) の階層化に関するもので、階層化変調を行なう場合に、伝送フレームに含まれる各伝送シンボル毎に、周波数軸上で、どの搬送波の電力を大きくし、どの搬送波の電力を小さくするのかわかりやすく示す割り当てパターンを変化させることにより、階層化変調後においても、OFDM信号の電力スペクトル密度が、伝送帯域の中で白色ガウス雑音に近い性質を保つようにし、他のサービスへの妨害の性質が白色ガウス雑音とほとんど同様であるというOFDMの優れた特長を、階層化変調により損なわれることがないようにしたものである。さらに、搬送波毎、あるいは搬送波ブロック毎に、各搬送波の変調方式を変えて、階層化変調を行なう場合にも、ある搬送波の変調方式を、どの方式にするかの割り当てを、OFDMの伝送シンボル毎に変化させることにより、マルチパス妨害によって伝送帯域内の特定の周波数帯域だけが大きな影響を受けた場合でも、ビット誤り率特性の劣化を最小限に抑えることを可能にするものである。

【0003】

【従来の技術】 地上系デジタルテレビジョン放送あるいはデジタル音声放送などに適した変調方式である直交周波数分割多重デジタル変調方式 (Orthogonal Frequency Division Multiplexing : OFDM) を使用した送受信システムでは、送信装置によって、送信対象となる複数の信号 (有効データ) および振幅・位相基準データ (基準データ) を周波数軸上の複素数データとして、これらの各複素数データを逆離散フーリエ変換して時間軸上のベースバンド時間軸波形に変換してOFDM信号を生成し、これを無線周波数で送信する。

【0004】 そして、受信装置でこのOFDM信号を受信してベースバンド時間軸波形を再生するとともに、このベースバンド時間軸波形を離散フーリエ変換し、これによって得られた基準データの値に基づき、各信号の値を判定して前記OFDM信号中に含まれている受信データを再生する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、このようなデジタル変調方式においては、受信C/N比が低下すると、あるC/N比を境に、アナログ変調方式に比べて、受信品質が急激に劣化してしまうという性質がある。この性質を緩和し、受信C/N比が低下しても、受信品質が緩やかに劣化するように改善するための手法として、一般的なデジタル変調方式では、伝送ビットのうちの一部のビットについて、他のビットより誤り難くし、伝送路特性の劣化に対する各ビットの強さにくいつかの段階を設ける階層化変調方式が考えられている。

【0006】そして、OFDM変調方式についても、このような階層化変調方式を考えることができるが、今、現在、このようなOFDM変調方式に階層化変調を適用する技術は全く存在していない。

【0007】そこで、OFDM変調方式において、階層化変調を行なう方法として、各搬送波毎に、電力の大きさを変える方法、各搬送波毎にQPSK、16QAM、32QAM等の変調方式を変える方法、電力変更方式と変調方式との両方を変える方法などが考えるが、このような階層化変調方式にすると、次に述べるような問題があることが分かった。

【0008】まず、各搬送波毎に、電力の大きさを変える方法では、大きな電力を与える搬送波の周波数を全ての伝送シンボルについて同じにした場合、階層化変調後のOFDM信号の電力スペクトル密度が伝送帯域内で平坦でなくなり、他のサービスへの同一チャネル混信妨害が大きくなってしまふ恐れがある。

【0009】また、各搬送波毎に、電力の大きさを変える方法、変調方式を変える方法のどちらの方法においても、伝送路特性の劣化に強いビットを送るための搬送波の位置を、全ての伝送シンボルについて、同じにした場合、マルチパス妨害（多重反射波による妨害）によって伝送帯域内の特定の周波数帯域だけが大きな影響を受けると、複数の階層のうち、特定の階層だけが集中的に劣化する恐れがあるとともに、集中的に妨害を受ける階層が、最も重要なビットを伝送する階層であったとき、伝送信号全体が致命的な被害を被る恐れがある。

【0010】本発明は上記の事情に鑑み、階層化変調後においても、OFDM信号の電力スペクトル密度を伝送帯域内で平坦に保ち、他のサービスへの混信妨害を軽減することができるとともに、マルチパス妨害によって伝送帯域内の特定の周波数帯域だけが大きな影響を受けた場合でも、特定の階層に妨害が集中するのを防止して、伝送の信頼性を向上させることができる階層化変調方式および送受信装置を提供することを目的としている。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために本発明は、請求項1の階層化変調方式では、送信対象となる複数の送信データを周波数軸上に展開した後、時間軸上に展開してマルチキャリア信号を生成する直交周波数分割多重変調方式において、搬送波毎あるいは搬送波ブロック毎に、各搬送波の電力および変調方式を変えて階層化変調を行なう際、マルチキャリア信号の伝送シンボル毎に、各搬送波に対する電力の大きさおよび変調方式の割り当てを変化させることを特徴としている。

【0012】また、請求項2では、請求項1に記載の階層化変調方式において、複数の伝送シンボルから構成されるマルチキャリア信号の伝送フレームを定義し、伝送シンボル毎に各搬送波の電力および変調方式の割り当てを変化させる処理を、前記伝送フレームを単位として行

ない、各伝送フレームにおける割り当てパターンに関して、伝送フレーム毎に一定のパターンを繰り返すことを特徴としている。

【0013】また、請求項3では、請求項2に記載の階層化変調方式において、各搬送波の電力の大きさをどの値に設定するか、各搬送波の変調方式をどの方式にするかの割り当てパターンとして、ある一定のパターンを定義し、この一定の割り当てパターンを周波数軸上で巡回シフトさせることにより、各伝送シンボル毎に割り当てパターンを定義することを特徴としている。

【0014】また、請求項4では、請求項2に記載の階層化変調方式において、各搬送波の電力の大きさをどの値に設定するか、各搬送波の変調方式をどの方式にするかの割り当てパターンとして、各伝送シンボル毎に疑似ランダムな割り当てパターンを定義することを特徴としている。

【0015】また、請求項5では、請求項1、2、3、4、5のいずれかに記載の階層化変調方式において、前記マルチキャリア信号として、OFDM信号を使用することを特徴としている。

【0016】また、請求項6の送受信装置では、請求項1、2、3、4、5のいずれかに記載の階層化変調方式を使用して、送信処理または受信処理を行なうことを特徴としている。

【0017】

【作用】上記の構成において、請求項1の階層化変調方式では、送信対象となる複数の送信データを周波数軸上に展開した後、時間軸上に展開してマルチキャリア信号を生成する直交周波数分割多重変調方式において、搬送波毎あるいは搬送波ブロック毎に、各搬送波の電力および変調方式を変えて階層化変調を行なう際、マルチキャリア信号の伝送シンボル毎に、各搬送波に対する電力の大きさおよび変調方式の割り当てを変化させることにより、階層化変調後においても、OFDM信号の電力スペクトル密度を伝送帯域内で平坦に保ち、他のサービスへの混信妨害を軽減するとともに、マルチパス妨害によって伝送帯域内の特定の周波数帯域だけが大きな影響を受けた場合でも、特定の階層に妨害が集中するのを防止して、伝送の信頼性を向上させる。

【0018】また、請求項2では、請求項1に記載の階層化変調方式において、複数の伝送シンボルから構成されるマルチキャリア信号の伝送フレームを定義し、伝送シンボル毎に各搬送波の電力および変調方式の割り当てを変化させる処理を、前記伝送フレームを単位として行ない、各伝送フレームにおける割り当てパターンに関して、伝送フレーム毎に一定のパターンを繰り返すことにより、階層化変調後においても、OFDM信号の電力スペクトル密度を伝送帯域内で平坦に保ち、他のサービスへの混信妨害を軽減するとともに、マルチパス妨害によって伝送帯域内の特定の周波数帯域だけが大きな影響を

受けた場合でも、特定の階層に妨害が集中するのを防止して、伝送の信頼性を向上させる。

【0019】また、請求項3では、請求項2に記載の階層化変調方式において、各搬送波の電力の大きさをどの値に設定するか、各搬送波の変調方式をどの方式にするかの割り当てパターンとして、ある一定のパターンを定義し、この一定の割り当てパターンを周波数軸上で巡回シフトさせることにより、各伝送シンボル毎に割り当てパターンを定義することにより、階層化変調後においても、OFDM信号の電力スペクトル密度を伝送帯域内で平坦に保ち、他のサービスへの混信妨害を軽減するとともに、マルチパス妨害によって伝送帯域内の特定の周波数帯域だけが大きな影響を受けた場合でも、特定の階層に妨害が集中するのを防止して、伝送の信頼性を向上させる。

【0020】また、請求項4では、請求項2に記載の階層化変調方式において、各搬送波の電力の大きさをどの値に設定するか、各搬送波の変調方式をどの方式にするかの割り当てパターンとして、各伝送シンボル毎に疑似ランダムな割り当てパターンを定義することにより、階層化変調後においても、OFDM信号の電力スペクトル密度を伝送帯域内で平坦に保ち、他のサービスへの混信妨害を軽減するとともに、マルチパス妨害によって伝送帯域内の特定の周波数帯域だけが大きな影響を受けた場合でも、特定の階層に妨害が集中するのを防止して、伝送の信頼性を向上させる。

【0021】また、請求項5では、請求項1、2、3、4、5のいずれかに記載の階層化変調方式において、前記マルチキャリア信号として、OFDM信号を使用することにより、階層化変調後においても、OFDM信号の電力スペクトル密度を伝送帯域内で平坦に保ち、他のサービスへの混信妨害を軽減するとともに、マルチパス妨害によって伝送帯域内の特定の周波数帯域だけが大きな影響を受けた場合でも、特定の階層に妨害が集中するのを防止して、伝送の信頼性を向上させる。

【0022】また、請求項6の送受信装置では、請求項1、2、3、4、5のいずれかに記載の階層化変調方式を使用して、送信処理または受信処理を行なうことにより、階層化変調後においても、OFDM信号の電力スペクトル密度を伝送帯域内で平坦に保ち、他のサービスへの混信妨害を軽減するとともに、マルチパス妨害によって伝送帯域内の特定の周波数帯域だけが大きな影響を受けた場合でも、特定の階層に妨害が集中するのを防止して、伝送の信頼性を向上させる。

【0023】

【実施例】まず、図1に示すブロック図を参照しながら、本発明による階層化変調方式を適用した送信装置の一実施例を説明する。

【0024】図1に示す送信装置1はクロック発生回路2と、マッピング・メモリ回路3と、データ変換・割り

当て回路4と、OFDM変調回路5と、周波数変換回路6とを備えており、送信対象となる各階層の送信データを取込み、予め設定されているマッピング・パターンに基づき、伝送シンボル毎に、前記各送信データに対する電力と変調方式とを巡回的に変更しながら、前記各送信データをOFDM信号に変換して、これを受信装置側に送信する。

【0025】クロック発生回路2は予め設定されている周波数で発振して、OFDM信号を生成するのに必要なフレーム同期信号、シンボル同期信号やクロック信号などを生成し、これをマッピング・メモリ回路3と、データ変換・割り当て回路4と、OFDM変調回路5とに供給する。

【0026】マッピング・メモリ回路3は送信対象となる各階層の送信データと各搬送波とを対応付けるマッピング・パターンが登録されており、前記クロック発生回路から出力されるフレーム同期信号、シンボル同期信号やクロック信号などに基づいて、予め設定されているマッピング・パターンの内容を読み出して、これをデータ変換・割り当て回路4に供給する。

【0027】データ変換・割り当て回路4はマッピング・メモリ回路3から出力されるマッピング・パターン内容に基づき、各階層の送信データ(2進データ)を複素数データに変換するとともに、これらの各複素数データをOFDMの各搬送波に割り当てて、処理済みの各複素数データをOFDM変調回路5に供給する。

【0028】この場合、前記マッピング・メモリ回路3に登録されるマッピング・パターンとして、各複素数データの値と、各搬送波との対応内容を設定することにより、各搬送波の電力と変調方式とを自由に設定し得るようになっている。

【0029】OFDM変調回路5は前記データ変換・割り当て回路4から出力される各搬送波毎の複素数データを取り込むとともに、前記クロック発生回路2から出力されるフレーム同期信号、シンボル同期信号やクロック信号などに基づき、逆離散フーリエ変換(IFFT)を行なって、周波数軸上にある前記複素数データを時間軸上のベースバンド時間軸波形に変換し、これを周波数変換回路6に供給する。

【0030】周波数変換回路6は前記OFDM変調回路5から出力されるベースバンド時間軸波形を取込み、これを無線周波数または中間周波数に変換して送信信号となるOFDM信号を生成し、これを出力する。

【0031】次に、図2に示す模式図、図3に示す模式図を参照しながら、前記OFDM変調回路5における信号処理を詳細に説明する。

【0032】まず、OFDM方式における一般的な信号処理の概要は、公知の文献、例えば「Le Floch et al. "Digital Sound Broadcasting to Mobile Receivers", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol.35, N

o. 3, August 1989, pp. 493-503」に示されている。

【0033】そして、この文献からも明らかなように、OFDM方式では、送信対象となる複数の有効データを複数の複素数データにして、これを周波数軸上に展開し、これを逆離散フーリエ変換(IFFT)することにより、時間軸上のベースバンド時間軸波形にして、送信対象となるOFDM信号を生成する。

【0034】この場合、例えば図2(a)に示す如く、搬送波数が“600”、IFFTポイント数が“1024”であれば、各有効データおよび基準データが周波数軸上に展開された複素数データの形式でOFDM変調回路5に入力され、このOFDM変調回路5のIFFT処理によって図2(b)に示すようなベースバンド時間軸波形に変換される。なお、図2(a)では、搬送波番号“1”～“300”をIFFTポイント番号“2”～“301”に、搬送波番号“301”～“600”をIFFTポイント番号“725”～“1024”に割り当てている。

【0035】そして、上述した処理を各シンボル毎に行なうと、図3に示す如く1個の同期用シンボルと、この同期用シンボルに続く100個の伝送シンボルとによって構成されるフレーム構成のOFDM信号を生成する。

【0036】次に、図4に示す模式図、図5に示す模式図を参照しながら、本発明による階層化変調方式について説明する。

【0037】まず、本発明による階層化変調方式では、図4に示す例のように、第1伝送シンボルのマッピング・パターンを周波数軸上で、巡回シフトして、第2伝送シンボル以降の他の伝送シンボルのマッピング・パターンとし、これをマッピング・メモリ回路3に登録し、データ変換・割り当て回路4によって、各伝送シンボル毎に、各搬送波の変調方式を変更するようにしているので、時間軸上でOFDM信号を平均化したとき、伝送帯域内でOFDM信号の電力スペクトル密度を平坦にすることができる。

【0038】これに対し、従来のOFDM変調方式では、図5に示す如く各伝送シンボル毎に、各搬送波の電力、変調方式を固定化しているので、時間軸上でOFDM信号を平均化したとき、伝送帯域内でOFDM信号の電力スペクトル密度を平坦にすることができない。

【0039】これらの結果から明らかなように、本発明による階層化変調方式では、各伝送シンボル毎に、各搬送波に対する電力値と、変調方式を巡回的に切り換えるようにして階層化変調を行なうようにしているので、OFDM信号の電力スペクトル密度を伝送帯域内で平坦に保ち、他のサービスへの混信妨害を軽減することができる。とともに、マルチパス妨害によって伝送帯域内の特定の周波数帯域だけが大きな影響を受けた場合でも、特定の階層に妨害が集中するのを防止して、伝送の信頼性を向上させることができる。

【0040】また、このようなマッピング・パターン以外にも、例えば各伝送シンボル毎に、疑似ランダムなマッピング・パターンを定義することも可能である。

【0041】次に、図6に示すブロック図を参照しながら、本発明による階層化変調方式を適用した受信装置の一実施例を説明する。

【0042】図6に示す受信装置11は周波数変換回路12と、同期再生回路13と、マッピング・メモリ回路14と、OFDM復調回路15と、受信データ判定・変換回路16とを備えており、送信装置1から送信された無線周波数のOFDM信号(受信信号)を取込み、これを周波数変換してベースバンド時間軸波形にした後、このベースバンド時間軸波形をOFDM復調して複数の複素数データにするとともに、送信装置1側と同じマッピング・パターンに基づき、各伝送シンボル毎に、前記各複素数データに対する復調方式を巡回的に切り換えながら、前記各複素数データに対応する各階層の受信データを再生する。

【0043】周波数変換回路12は前記送信装置1から送信された無線周波数信号(または中間周波数信号)形式のOFDM信号を取込み、これをベースバンド時間軸波形に変換して、このベースバンド時間軸波形を同期再生回路13と、OFDM復調回路15とに供給する。

【0044】同期再生回路13は前記周波数変換回路12から出力されるベースバンド時間軸波形を取込み、このベースバンド時間軸波形中に含まれているフレーム同期信号、シンボル同期信号やクロック信号などを再生し、これをマッピング・メモリ回路14と、OFDM復調回路15と、受信データ判定・変換回路16とに供給する。

【0045】マッピング・メモリ回路14は前記送信装置1のマッピング・メモリ回路3に登録されているマッピング・パターンと同じマッピング・パターンが登録されており、前記同期再生回路13から出力されるフレーム同期信号、シンボル同期信号やクロック信号などに基づいて、予め登録されているマッピング・パターンの内容を読み出して、これを受信データ判定・変換回路16に供給する。

【0046】また、OFDM復調回路15は周波数変換回路12から出力される時間軸上のベースバンド時間軸波形を取り込むとともに、前記同期再生回路13から出力されるフレーム同期信号、シンボル同期信号やクロック信号などに基づき、離散フーリエ変換(FFT)を行なって、前記時間軸上のベースバンド時間軸波形を周波数軸上にある前記複素数データに変換し、これを受信データ判定・変換回路16に供給する。

【0047】受信データ判定・変換回路16は前記同期再生回路13から出力されるフレーム同期信号、シンボル同期信号やクロック信号と、マッピング・メモリ回路14から出力されるマッピング・パターン内容とに基づ

き、前記OFDM復調回路15から出力される各搬送波の複素数データを取込み、各搬送波毎に受信データの値を判定するとともに、これによって得られた受信データ(2進データ)を各階層毎に出力する。

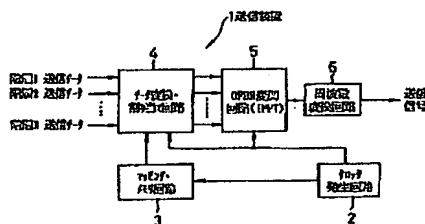
【0048】このように、この実施例においては、送信装置1側において、伝送シンボル毎に、送信対象となる各階層の送信データに対する電力および変調方式を巡回的に切り換えてOFDM信号を生成し、受信装置11側において、伝送シンボル毎に指定された復調方式で、受信信号をOFDM復調して得られる各複素数データを各搬送波毎に、各階層の受信データに変換するようにしたので、階層化変調後においても、伝送帯域内で、OFDM信号の電力スペクトル密度を平坦に保つことができ、これによって他のサービスへの混信妨害を軽減させることができるとともに、マルチパス妨害によって伝送帯域内の特定の周波数帯域だけが大きな影響を受けた場合でも、特定の階層に妨害が集中するのを防止し、伝送の信頼性を高めることができる。

【0049】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、請求項1～6では、階層化変調後においても、OFDM信号の電力スペクトル密度を伝送帯域内で平坦に保ち、他のサービスへの混信妨害を軽減することができるとともに、マルチパス妨害によって伝送帯域内の特定の周波数帯域だけが大きな影響を受けた場合でも、特定の階層に妨害が集中するのを防止して、伝送の信頼性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】



【図1】本発明による階層化変調方式の一実施例を適用した送信装置の一例を示すブロック図である。

【図2】図1に示すOFDM変調回路の逆フーリエ変換動作例を示す模式図である。

【図3】図1に示す送信装置から送信されるOFDM信号の伝送フレーム構成の概要フォーマット例を示す模式図である。

【図4】図1に示すデータ変換・割り当て回路およびOFDM変調回路における電力および変調方式の割り当てパターン例を示す模式図である。

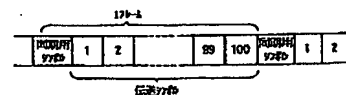
【図5】従来のOFDM変調方式における電力および変調方式の割り当てパターン例を示す模式図である。

【図6】本発明による階層化変調方式の一実施例を適用した受信装置の一例を示すブロック図である。

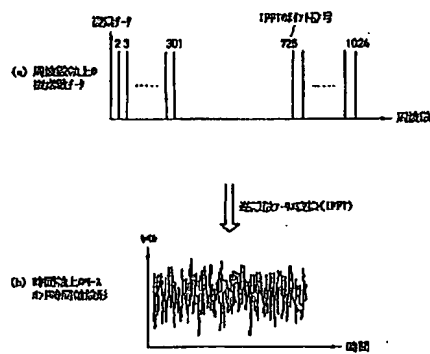
【符号の説明】

- 1 送信装置 (送受信装置)
- 2 クロック発生回路
- 3 マッピング・メモリ回路
- 4 データ変換・割り当て回路
- 5 OFDM変調回路
- 6 周波数変換回路
- 11 受信装置 (送受信装置)
- 12 周波数変換回路
- 13 同期再生回路
- 14 マッピング・メモリ回路
- 15 OFDM復調回路
- 16 受信データ判定・変換回路

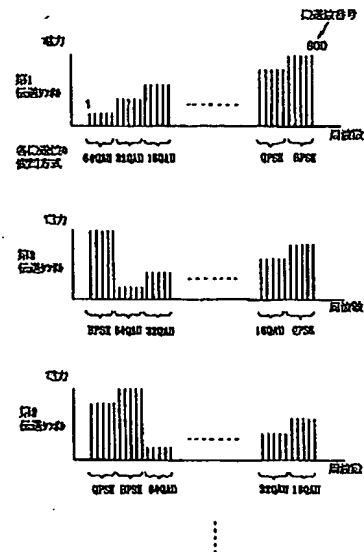
【図3】



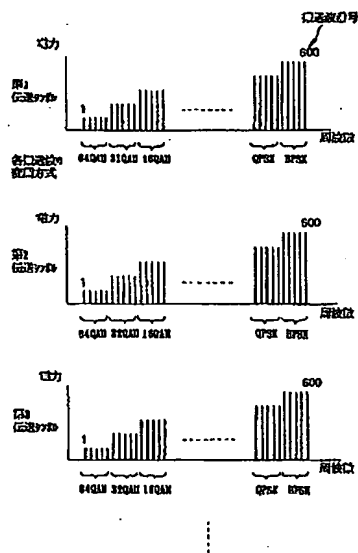
【図2】



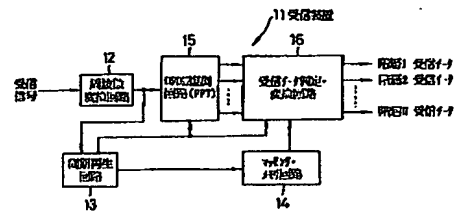
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 土田 健一
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内

(72)発明者 佐々木 誠
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内
(72)発明者 山田 幸
東京都世田谷区砧一丁目10番11号 日本放
送協会放送技術研究所内